



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 006 340 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
07.06.2000 Patentblatt 2000/23

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: G01C 21/30, G07B 15/00,  
G08G 1/0968

(21) Anmeldenummer: 99440335.0

(22) Anmeldetag: 02.12.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 05.12.1998 DE 19856184

(71) Anmelder: **ALCATEL**  
75008 Paris (FR)

(72) Erfinder: **Beler, Wolfgang**  
71263 Weil der Stadt (DE)

(74) Vertreter: **Brose, Gerhard, Dipl.-Ing. et al**  
**Alcatel**  
Intellectual Property Department, Stuttgart  
Postfach 30 09 29  
70449 Stuttgart (DE)

### (54) Fahrzeugortungsverfahren

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur fahrzeuginternen Feststellung, ob sich das Fahrzeug auf einer von mehreren vorgegebenen Straßen (1, 1'; 4, 4'; 6), insbesondere auf einer gebührenpflichtigen Straße (1, 1'), befindet oder nicht, wobei der Verlauf der vorgegebenen Straßen (1, 1'; 4, 4'; 6) als Datensatz im Fahrzeug verfügbar ist und mindestens zwei getrennte Feststellungs-Algorithmen angewendet werden, durch welche bewegungsabhängige Meßdaten, insbesondere Entfernung von einer Ausgangsposition (3, 3'), Fahrzeugdrehung und GPS-(Global Positioning System) gestützte Positionsermittlung mit dem den Straßenverlauf charakterisierenden Datensatz verknüpft werden. Um eine hohe Aussagesicherheit zu erreichen, ist vorgesehen, daß die Feststellungs-Algorithmen ausgehend von einer Ausgangsposition, insbesondere von einem Verzweigungspunkt (3, 3'; 5), auf folgende Meß-Koeffizienten beruhen:

- einem auf geographische Breitenkoordinaten bezogenen Ost-West Abstand zwischen der momentanen Position und der Ausgangsposition im Verhältnis zu einem odometrisch ermittelten Abstand zwischen der momentanen Position und der Ausgangsposition
- einem auf geographische Längenkoordinaten bezogenen Nord-Süd-Abstand zwischen der momentanen Position und der Ausgangsposition im Verhältnis zu dem odometrisch ermittelten Abstand zwischen der momentanen Position und der Ausgangsposition und gegebenenfalls
- einer gyrometrisch ermittelten, insbesondere zwi-

schen der Ausgangsposition und der momentanen Position aufintegrierten, Fahrzeugdrehung im Verhältnis zu dem odometrisch ermittelten Abstand zwischen der momentanen Position und der Ausgangsposition,

wobei die Meß-Koeffizienten mit nach Logik-Kriterien vorausgewählten Straßen zugeordneten Referenz-Koeffizienten des den Straßenverlauf charakterisierenden Datensatzes verglichen werden.

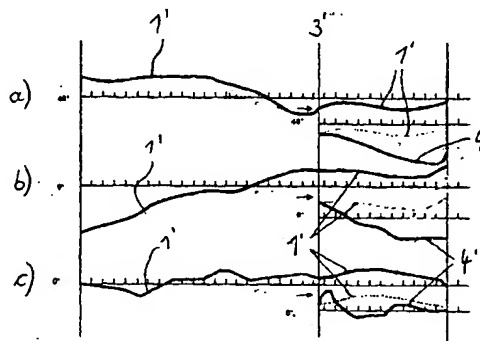


Fig. 2

EP 1 006 340 A2

**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur fahrzeuginternen Feststellung, ob sich das Fahrzeug auf einer von mehreren vorgegebenen Straßen befindet gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie auf ein diesbezügliches System gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 7.

[0002] Die fahrzeuginterne Positionsbestimmung ist von herausragender Bedeutung für verschiedene Anwendungen, insbesondere für Flottenmanagement, Navigationshilfe und Straßenbenutzungsgebühren-Erfassungssysteme.

[0003] Es besteht deshalb die Aufgabe, ein Verfahren der oben genannten Gattung anzugeben, das sich durch erhöhte Genauigkeit und verbesserte Ausfallsicherheit auszeichnet.

[0004] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Durch die gleichzeitige Anwendung verschiedener Feststellungs-Algorithmen ergibt sich eine gegenüber der bekannten Koppelnavigation (EP-PS 0 359 150) erhöhte Aussagegenauigkeit darüber, ob sich das Fahrzeug auf einer bestimmten Straße befindet oder nicht. Ursächlich dafür ist vor allem das unterschiedliche Fehlerverhalten getrennter Algorithmen. Dadurch ergibt sich auch die Möglichkeit, situationsbedingt auf die momentan verfügbaren oder die mit den geringsten Fehlern behafteten Algorithmen zurückzugreifen. Beispielsweise kann das GPS (Global Positioning System) wegen topographisch bedingter Abschattung, zum Beispiel innerhalb von Unterführungen, ausfallen. In diesem Fall kann einerseits die Entfernung von einem bereits passierten Punkt und andererseits die, beispielsweise mittels eines Kreiselkompasses festgestellte, Fahrzeugdrehung als separater Ausgangspunkt für jeweils einen Feststellungs-Algorithmus dienen.

[0005] Durch die separate Betrachtung der auf die Längengradrichtung oder die Breitengradrichtung projizierten Abstände im Verhältnis zu der tatsächlich zurückgelegten Fahrtstrecke wirkt sich entweder nur der Längengradfehler oder nur der Breitengradfehler auf den ermittelten Meß-Koeffizienten aus. Dieser Meß-Koeffizient wird mit allen theoretisch möglichen fahrtrichtungsspezifischen Referenz-Koeffizienten verglichen. Zusätzlich kann nach gleichem Prinzip auch noch eine gyrometrisch, zum Beispiel anhand der Lenkbewegungen oder Fahrzeugachsenbewegungen, ermittelte Fahrzeugdrehung ausgewertet werden, wodurch sich eine weite Erhöhung der Entscheidungssicherheit, ob eine Straße noch befahren wird oder ob von der Straße abgelenkt wurde, ergibt.

[0006] Zur Eingrenzung der Vergleichsvorgänge auf eine möglichst geringe Anzahl werden gemäß Anspruch 2 zunächst Logik-Kriterien, die sich auf die theoretisch möglichen Fahrtrouten beziehen, betrachtet. Solche Logik-Kriterien sind für die Fragestellung, ob eine gebührenpflichtige Straße befahren wird oder nicht beispiels-

weise folgende:

- falls sich das Fahrzeug auf einer gebührenpflichtigen Straße befindet, muß der gesamte Streckenabschnitt zwischen Ein- und Ausfahrt zurückgelegt werden,
- diese gebührenpflichtige Straße kann das Fahrzeug nur über definierte Ausfahrten verlassen,
- falls sich das Fahrzeug auf einer Ausfahrt befindet, kann nur in eine nicht gebührenpflichtige Straße in verschiedenen Richtungen oder in eine Auffahrt (Autobahnparkplatz) eingebogen werden,
- falls sich das Fahrzeug auf einer Auffahrt befindet, ist nur ein Einbiegen in eine gebührenpflichtige Straße oder in eine Ausfahrt möglich,
- falls sich das Fahrzeug auf einer gebührenfreien Straße befindet, kann nur eine Auffahrt befahren werden oder das Fahrzeug verbleibt auf dieser Straße,
- falls die momentane Position nicht sicher bekannt ist, besteht die größte Wahrscheinlichkeit, daß eine Straße außerhalb des verfügbaren Datenbestandes befahren wird,
- falls das Fahrzeug auf einem Parkplatz einer gebührenpflichtigen Straße ist, kann dieses nur auf die gebührenpflichtige Straße zurückkehren oder auf eine Ausfahrt auffahren, sofern der Parkplatz mit einer Ausfahrt verbunden ist,
- falls das Fahrzeug sich auf einer gebührenpflichtigen Straße befindet und diese sich in verschiedene Richtungen verzweigt (zum Beispiel Autobahndreieck oder Autobahnkreuz), genügt es, die Entscheidung, welche der gebührenpflichtigen Straßen weiter befahren wird, erst dann zu treffen, wenn die alternativen Routen klar trennbar sind.

[0007] Obige Logik-Kriterien beziehen sich gemäß Anspruch 3 nur auf die Fragestellung, ob eine gebührenpflichtige Straße befahren wird oder nicht, wobei davon ausgegangen wird, daß gebührenpflichtige Straßen, die im wesentlichen Autobahnen und Fernverkehrsstraßen sein werden, nur über Auf- und Ausfahrten befahren werden können. Folglich ist nur der Datensatz für die Meß-Koeffizienten interessant, der die gebührenpflichtigen Straßen sowie deren Auf- und Ausfahrten charakterisiert. Sicherheitshalber und um die Meß- und Referenz-Koeffizienten ausgehend von verschiedenen Ausgangspositionen ermitteln zu können, sind vorzugsweise auch die mit den Auf- bzw. Ausfahrten verbunden gebührenfreien Straßen im Datensatz enthalten. Verschiedene Ausgangspositionen sind vorteilhafterweise durch Abzweigungs- oder Kreuzungspunkte gegeben.

[0008] Zur Vereinfachung des Feststellungs-Algorithmus können gemäß Anspruch 4 die mit den unterschiedlichen Methoden ermittelten Meß-Koeffizienten und in gleicher Weise auch die Referenz-Koeffizienten zusammengefaßt, insbesondere addiert, werden. Auf

diese Weise ergibt sich bei jeder Messung nur ein Vergleichswert, beispielsweise in Form eines Quotienten aus Gesamt-Meß-Koeffizient und Gesamt-Referenz-Koeffizient. Nur wenn dieser Quotient nahe 1 liegt, wird die zu dem aus dem den Straßenverlauf charakterisierenden Datensatz abgeleiteten Referenz-Koeffizienten gehörende Straße mit größter Wahrscheinlichkeit befahren. Für andere Referenz-Koeffizienten, die anderen, aber wie oben beschrieben, theoretisch möglichen Straßen entsprechen, dürfte der Quotient sehr stark von 1 abweichen. Um Meßfehler zufälliger oder auch systematischer Natur möglichst gering zu halten, sollte im wesentlichen pro Sekunde eine Messung erfolgen. Dies entspricht dem Empfangstakt der GPS Signale.

[0009] Der den Referenz-Koeffizienten zugrundeliegende Datensatz kann mittels eines üblichen Datenträgers vom Fahrzeug mitgeführt werden; zu bevorzugen ist jedoch die in Anspruch 5 bezeichnete Broadcast-Variante. Das aus der digitalen Fernsehtechnik bekannte Broadcast-Verfahren ermöglicht eine sehr starke Verringerung der Speicherkapazität, da immer nur die gerade benötigten Straßenverlaufsdaten der Umgebung der momentanen Position von einem entsprechenden Server via Broadcast zur Verfügung gestellt werden. Vorteilhaft bei diesem Verfahren ist darüber hinaus die ständige Aktualität der von einem zentralen Server verwalteten Daten, vorausgesetzt die Daten werden regelmäßig gewartet.

[0010] Zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens besteht ein System aus den im wesentlichen in Anspruch 6 genannten Komponenten. Auf diese Weise ist ein völlig autarker Betrieb möglich. Es sind nur fahrzeuginterne Bauteile erforderlich.

[0011] Selbstverständlich verfolgt dieser Betrieb einen Zweck, beispielsweise Unterstützung der Straßenbenutzungsgebührenerfassung gemäß Anspruch 7 oder Unterstützung der Navigation mittels einer Fahrinformationseinrichtung gemäß Anspruch 8.

[0012] Nachfolgend wird die Erfindung anhand figürlicher Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Straßenkarte,  
Figur 2 Kurvenverläufe zur Veranschaulichung des Verfahrens und  
Figuren 3- 7 Flußdiagramme.

[0013] Zu entscheiden ist die Frage, ob ein Fahrzeug eine gebührenpflichtige Straße 1 befährt oder nicht. Wenn das Fahrzeug über eine Auffahrt 2 auf die gebührenpflichtige Straße 1 aufgefahren ist, besteht erst an einem ersten Verzweigungspunkt 3 die Möglichkeit, die gebührenpflichtige Straße 1 über eine Ausfahrt 4 wieder zu verlassen. Die Ausfahrt 4 mündet über einen zweiten Verzweigungspunkt 5 in eine gebührenfreie Straße 6. Der in Figur 1 dargestellte Ausschnitt aus einer Straßenkarte ist als Datensatz im Fahrzeug verfügbar. Eventuell weiterhin vorhandene Straßen, beispielsweise die gebührenpflichtige Straße 1 auffahrtlos kreuzende Stra-

ßen oder Verzweigungen der gebührenfreien Straße 6 müssen nicht datensatzmäßig aufbereitet sein, da nur die gebührenpflichtige Straße 1, deren Auffahrten 2 und Ausfahrten 4 sowie mit diesen verbundene gebührenfreie Straßen 6 interessiert. Mit Hilfe dieser gebührenfreien Straße 6 ergibt sich die Möglichkeit, das Verlassen der gebührenpflichtigen Straße 1 über die Ausfahrt 4 quasi nochmals zu überprüfen. Ausgehend vom ersten Verzweigungspunkt 3 wird anhand verschiedener, weiter unten näher beschriebener Meß-Koeffizienten und verschiedener Algorithmen festgestellt, ob das Fahrzeug mit größerer Wahrscheinlichkeit auf der gebührenpflichtigen Straße 1 verblieben ist oder diese über die Ausfahrt 4 verlassen hat. Dazu wird zeitlich synchron zueinander in einem regelmäßigen Meßtakt odometrisch die gefahrene Wegstrecke zwischen dem ersten Verzweigungspunkt 3 und der momentanen Position sowie gyrometrisch die seit dem Passieren des ersten Verzweigungspunktes 3 aufintegrierte Fahrzeugdrehung gemessen. Außerdem wird mittels GPS (Global Positioning System) oder mittels anderer Orientierungsverfahren die geographische Breite und die geographische Länge der jeweiligen momentanen Position festgestellt. Aus diesen Meßwerten werden folgende Meß-Koeffizienten gebildet:

- a) die Differenz zwischen den geographischen Breitenkoordinaten der momentanen Position und dem ersten Verzweigungspunkt 3 im Verhältnis zu dem Odometer-Meßwert, das heißt, der auf die Ost-West-Richtung projizierte Abstand im Verhältnis zu dem tatsächlichen, von der Straßenführung abhängigen Abstand zwischen dem ersten Verzweigungspunkt 3 und der momentanen Position,
- b) analog a), jedoch auf die Längenkoordinaten, das heißt, auf die Nord-Süd-Richtung bezogen und
- c) der zwischen den beiden Punkten aufintegrierte Gyrometer-Meßwert im Verhältnis zu dem Odometer-Meßwert.

[0014] Figur 2 zeigt den Verlauf dieser Meß-Koeffizienten a), b) und c) für eine gebührenpflichtige Straße 1' und eine Ausfahrt 4', wobei 1' und 4' vom Verlauf her nicht mit 1 und 4 identisch sind. Es ist ersichtlich, daß der Verlauf der Meß-Koeffizienten ausgehend von einem Verzweigungspunkt 3' bei Verbleib auf der Straße 1' oder Verlassen dieser Straße 1' durch Befahren der Ausfahrt 4' stark voneinander abweichen. Durch Vergleich der Meß-Koeffizienten mit Referenz-Koeffizienten, die aus dem den Straßenverlauf charakterisierenden Straßensatz extrahiert wurden, ergibt sich auf einfache Weise eine sehr sichere Aussage, welche der beiden alternativen Fahrtrouten von dem Fahrzeug befahren wurde.

[0015] Der Ablauf dieses Entscheidungsprozesses ist für verschiedene Ausgangssituationen in den Figuren 3 bis 7 anhand von Flußdiagrammen dargestellt. Die Ausgangssituationen implizieren Logik-Kriterien, durch

welche die Art und die Anzahl der theoretisch möglichen Fahrtrouten vorherbestimmt wird. Beispielsweise zeigt Figur 5 den Entscheidungsablauf für eine Ausgangssituation, bei der das Fahrzeug zunächst auf einer gebührenfreien Straße fährt. Bei dieser Ausgangssituation sind drei Alternativen denkbar, nämlich, daß sich das Fahrzeug weiterhin auf einer gebührenfreien Straße befindet, daß das Fahrzeug in eine Auffahrt einbiegt oder daß das Fahrzeug das von dem Datensatz charakterisierte Gebiet im Umkreis einer gebührenpflichtigen Straße verläßt.

[0016] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf das vorstehend angegebene Ausführungsbeispiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche auch bei grundsätzlich anders gearteter Ausführung von den Merkmalen der Erfindung Gebrauch machen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur fahrzeuginternen Feststellung, ob sich das Fahrzeug auf einer von mehreren vorgegebenen Straßen (1, 1'; 4, 4'; 6), insbesondere auf einer gebührenpflichtigen Straße (1, 1'), befindet oder nicht, wobei der Verlauf der vorgegebenen Straßen (1, 1'; 4, 4'; 6) als Datensatz im Fahrzeug verfügbar ist und mindestens zwei getrennte Feststellungs-Algorithmen vorgesehen sind, durch welche bewegungsabhängige Meßdaten, insbesondere Entfernung von einer Ausgangsposition, Fahrzeugdrehung und GPS-(Global Positioning System) gestützte Positionsermittlung mit dem den Straßenverlauf charakterisierenden Datensatz verknüpft werden dadurch gekennzeichnet, daß die Feststellungs-Algorithmen ausgehend von einer Ausgangsposition, insbesondere von einem Verzweigungspunkt (3, 3'; 5), auf folgende Meß-Koeffizienten beruhen:
  - einem auf geographische Breitenkoordinaten bezogenen Ost-West Abstand zwischen der momentanen Position und der Ausgangsposition im Verhältnis zu einem odometrisch ermittelten Abstand zwischen der momentanen Position und der Ausgangsposition
  - einem auf geographische Längenkoordinaten bezogenen Nord-Süd-Abstand zwischen der momentanen Position und der Ausgangsposition im Verhältnis zu dem odometrisch ermittelten Abstand zwischen der momentanen Position und der Ausgangsposition und gegebenenfalls
  - einer gyrometrisch ermittelten, insbesondere zwischen der Ausgangsposition und der momentanen Position aufintegrierten, Fahrzeugdrehung im Verhältnis zu dem odometrisch er-

mittelten Abstand zwischen der momentanen Position und der Ausgangsposition,

wobei die Meß-Koeffizienten mit nach Logik-Kriterien vorausgewählten Straßen zugeordneten Referenz-Koeffizienten des den Straßenverlauf charakterisierenden Datensatzes verglichen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Logik-Kriterien zur Straßenvorauswahl auf von der Ausgangsposition und gegebenenfalls Zwischenmessungen abhängigen möglichen Fahrtrouten beruhen.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der den Straßenverlauf charakterisierende Datensatz nur gebührenpflichtige Straßen (1, 1') und Auf- und Abfahrten (2 und 4, 4') dieser Straßen (1, 1') sowie gegebenenfalls benachbarte, gebührenfreie Straßen (6) umfaßt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meß-Koeffizienten und die Referenz-Koeffizienten jeweils nach gleichem Algorithmus verknüpft, insbesondere summiert, werden und die Verknüpfungsergebnisse verglichen werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der den Straßenverlauf charakterisierende Datensatz via Broadcast-Verfahren an das Fahrzeug übermittelt wird, wobei dieser Datensatz nur in der Umgebung der momentanen Position des Fahrzeugs befindliche Straßen umfaßt.
6. System zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch
  - Meßmittel, insbesondere Odometer, Gyrometer und GPS-(Global Positioning System) Empfänger zur Ermittlung der bewegungsabhängigen Meßdaten,
  - Speichermittel zur Speicherung des den Straßenverlauf charakterisierenden Datensatzes sowie
  - einen Rechner, insbesondere ein OBU (On Board Unit), zur Verknüpfung der Meßdaten mit dem Datensatz.
7. System nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner Mittel zur Straßenbenutzungsgebühren-Erfassung aufweist.

8. System nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner mit einer Fahrerinformationseinrichtung, insbesondere mit einem Display zur Signalisierung des Straßenverlaufes und der momentanen Position, verbunden ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

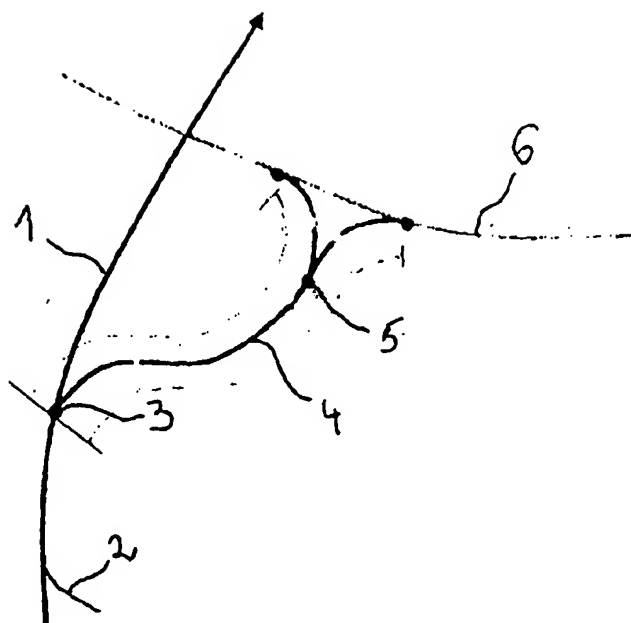


Fig. 1

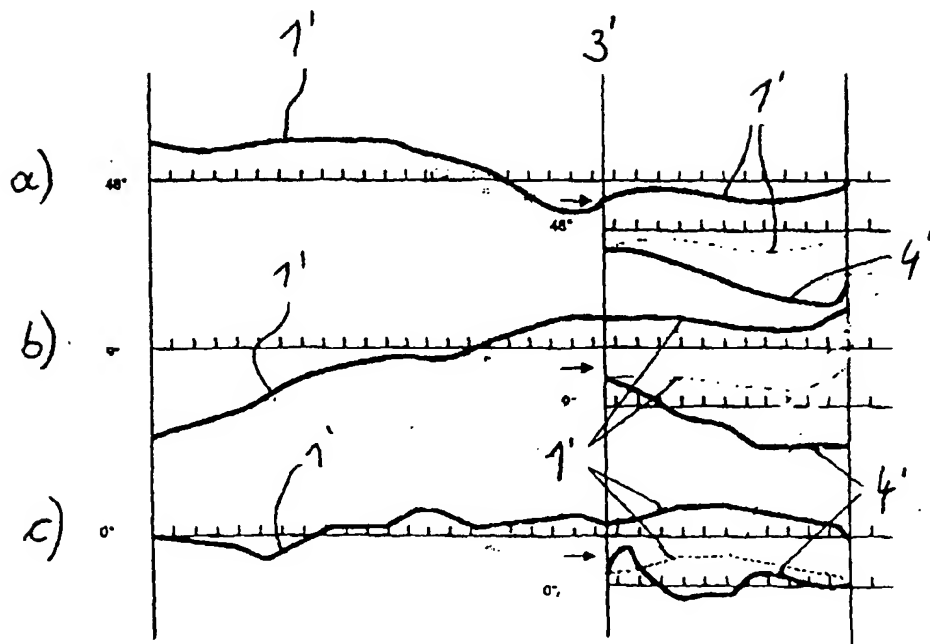


Fig. 2

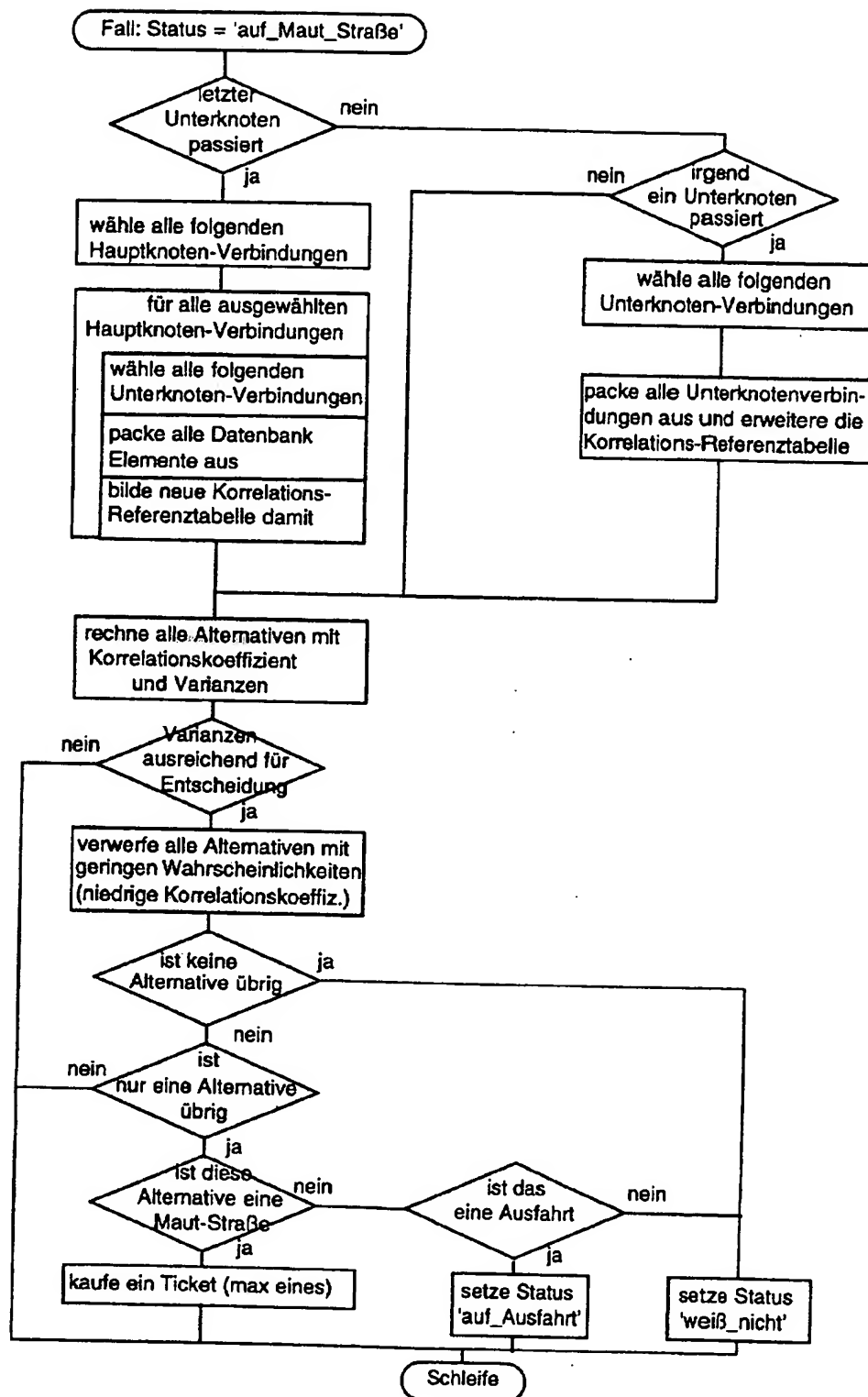


Fig.3

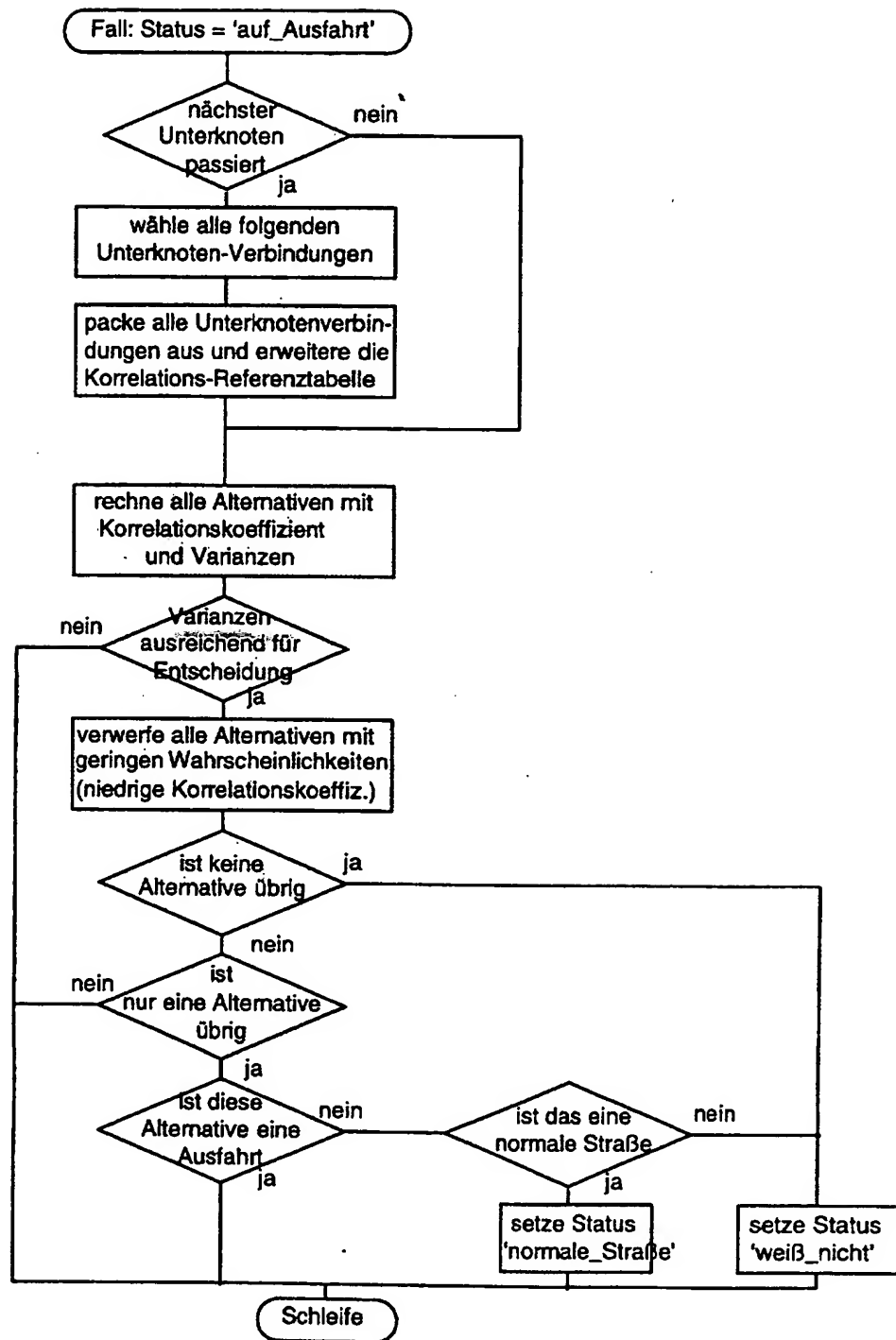


Fig. 4



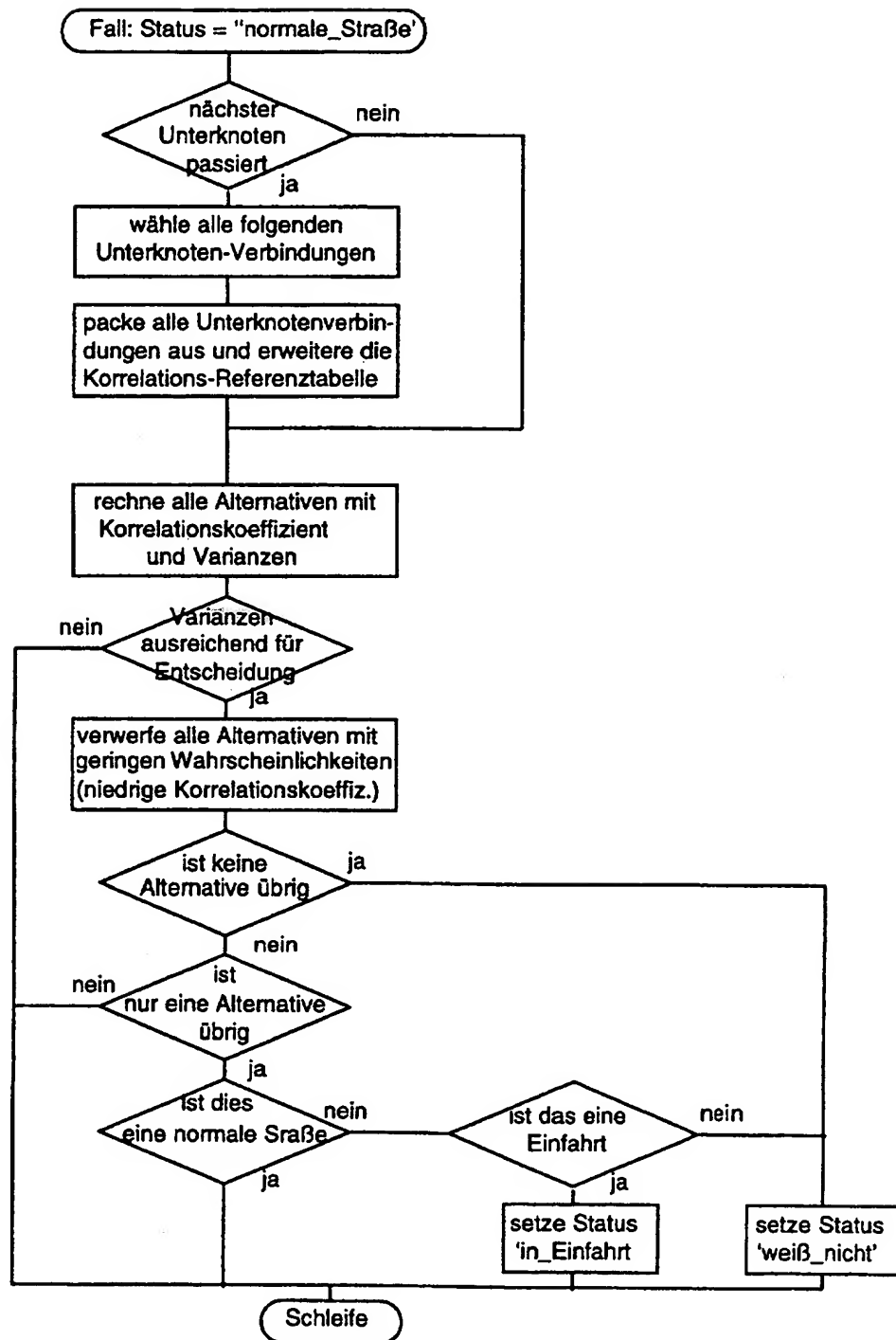


Fig. 5

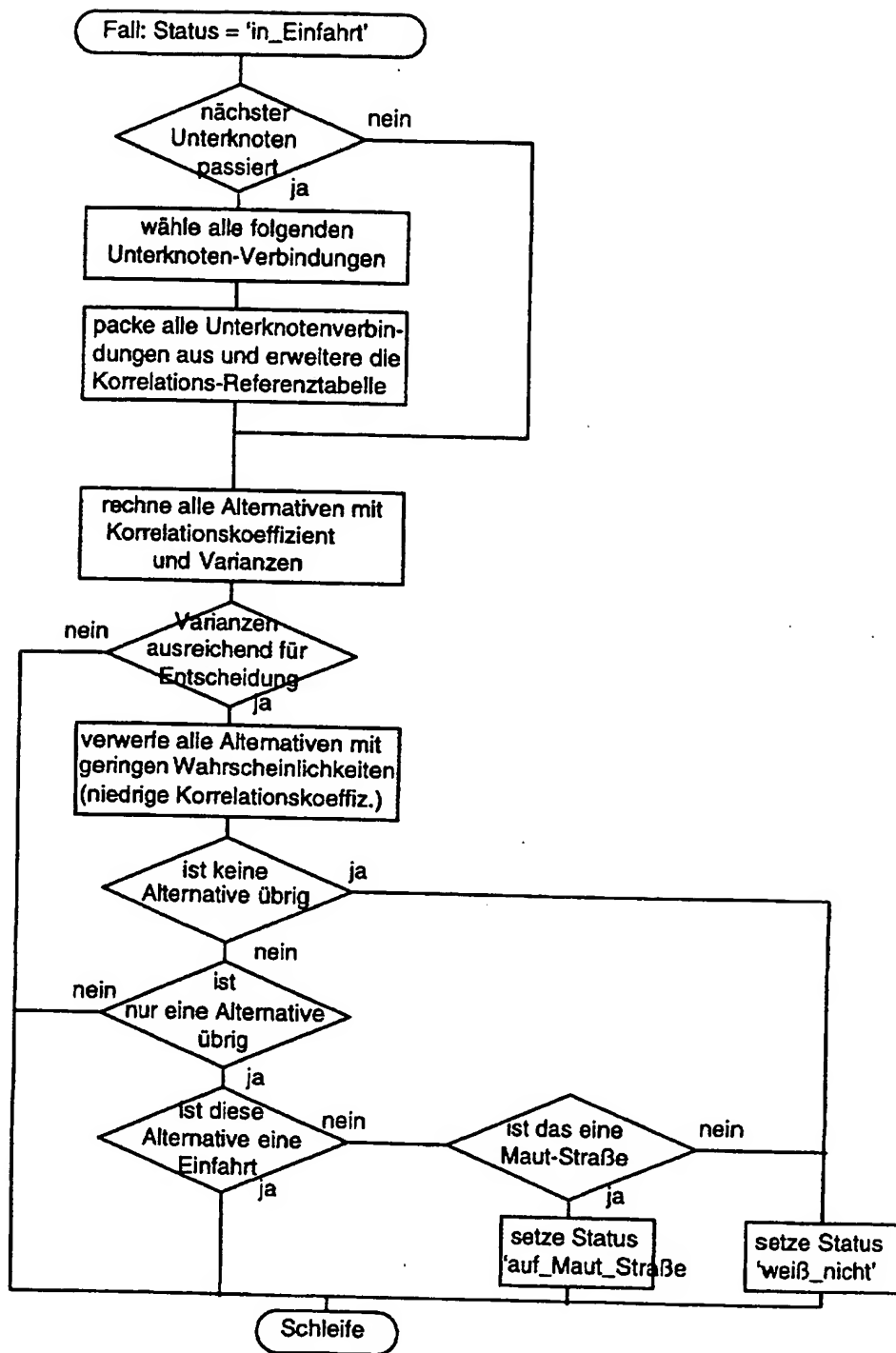


Fig. 6

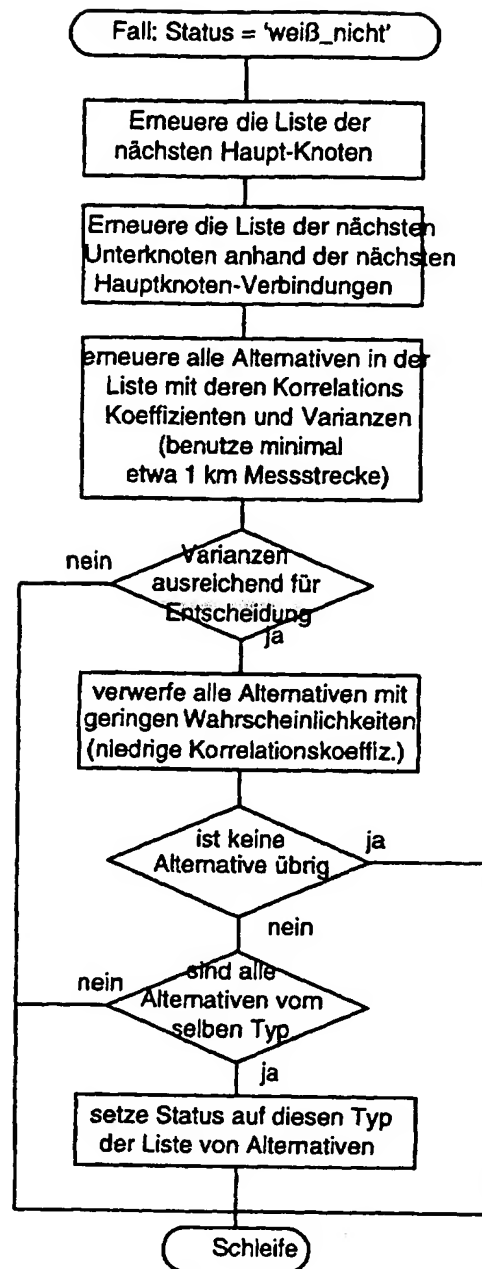


Fig. 7